



Faculteit Wijsbegeerte

Katinka Disch

# ***Kunstmatige Intelligentie: vriend of vijand?***

Bachelorthesis  
Wijsbegeerte

2015

Begeleider: Dr. Jan Sleutels

*We are on the edge of change comparable to the rise of human life on Earth*  
*Vernor Vinge*

# Inhoud

<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Kunstmatige intelligentie</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 Intelligentie</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2 Kunstmatige intelligentie</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 Taakspecifieke kunstmatige intelligentie .....	8
1.2.2 Algemene kunstmatige intelligentie.....	10
1.2.3 Superintelligentie .....	11
<b>1.3 Stand van zaken op het gebied van kunstmatige intelligentie</b> .....	<b>12</b>
1.3.1 Technologische singulariteit.....	13
1.3.2 De Wet van Moore .....	14
<b>2 Angsten voor technologische ontwikkeling op het gebied van kunstmatige intelligentie</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 De angst voor toenemende werkeloosheid</b> .....	<b>18</b>
2.1.1 Automatiseringsangst; de industriële revolutie en de digitale revolutie.....	19
2.2.2 Responsiviteit.....	20
2.2.3 Arbeidsverdeling .....	21
2.2.4 (Bij)scholing .....	24
<b>2.1 Angst voor verlies van controle</b> .....	<b>25</b>
2.1.1 Controle over een superintelligentie .....	26
<b>2.2 Angst voor vervreemding</b> .....	<b>29</b>
2.2.1 Vervreemding bij Marx.....	29
2.2.2 Hedendaagse vervreemding .....	31
2.2.3 Is de angst voor vervreemding terecht? .....	31
<b>3 Conclusie</b> .....	<b>33</b>
<b>Bibliografie</b> .....	<b>35</b>

# Inleiding

Technologie is een belangrijke drijfveer in onze samenleving. Toch is er een tendens waar te nemen van toenemende zorg over de ontwikkelingen in de technologie. Met name op het gebied kunstmatige intelligentie ontstaat ongerustheid. Zo was eind vorig jaar te lezen: "Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind" (BBC News, december 2014).<sup>1</sup> Enkele weken later werd een open brief uitgebracht<sup>2</sup> met een waarschuwing voor de gevolgen van de ontwikkelingen in de kunstmatige intelligentie, ondertekend door experts op het gebied van kunstmatige intelligentie, maar ook Bill Gates en Elon Musk. Ook minister Asscher waarschuwde voor de gevolgen van kunstmatige intelligentie voor onze samenleving; robots komen onze banen overnemen.<sup>3</sup>

Kunstmatige intelligentie overtreft op bepaalde gebieden onze menselijke intelligentie in potentie. Zo werd in 1997 regerend wereldkampioen schaken Garri Kasparov verlagen door schaakcomputer Deep Blue. Tot die tijd werd schaken gezien als een verheven, menselijke talent. In 2011 verslaat supercomputer Watson menselijke spelers in het algemene kennis spel Jeopardy. Wat als een kunstmatige intelligentie dat nu al kan, waar gaat deze ontwikkeling op het gebied van kunstmatige intelligentie dan heen? In dit essay staat de vraag naar de rechtvaardiging van angsten voor technologische ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie centraal.

Voordat de angst voor technologische ontwikkeling op het gebied van kunstmatige intelligentie besproken kan worden, zal ik in het eerste hoofdstuk van dit essay uiteenzetten wat ik onder kunstmatige intelligentie zal verstaan. Hiertoe zal ik drie verschillende vormen van kunstmatige intelligentie onderscheiden; (i) taakspecifieke kunstmatige intelligentie, (ii) algemene kunstmatige intelligentie en (iii) superintelligentie. Vervolgens zal ik de stand van zaken op het gebied van kunstmatige intelligentie bespreken aan de hand van de technologische singulariteit en de Wet van Moore.

In het tweede deel hoofdstuk van dit essay zal ik enkele angsten voor de ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie bespreken. Uiteraard is dit

---

<sup>1</sup> Cellan-Jones, R. (2014)

<sup>2</sup> Russell, S. ea (2015)

<sup>3</sup> Asscher, L. (2014)

slechts een selectie uit enkele van de zorgen die bestaan op het gebied van kunstmatige intelligentie. De angsten die door de toenemende ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie zijn ontstaan en die ik zal bespreken zijn respectievelijk de angst voor toenemende werkeloosheid, de angst voor verlies van controle en de angst voor vervreemding.

De eerste angst die ik zal bespreken is de angst voor toenemende werkeloosheid door verdere ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie. De keuze voor het behandelen van deze angst is tot stand gekomen door recente publicaties over deze onderwerp. Naast de kamerbrief van Minister Asscher<sup>4</sup> is er ook een recent onderzoek gepubliceerd genaamd “Werken aan de robotsamenleving” door het Rathenau instituut.<sup>5</sup> Naar aanleiding van dit onderzoek neemt de ongerustheid toe en verschijnen er artikelen met titels zoals “Het gaat sneller dan we denken”<sup>6</sup> waarin wordt aangegeven dat het tijd is om na te denken over de gevolgen van de robotisering in de samenleving. Zowel politiek als wetenschappelijk is dit een levendige angst.

Hoewel machines mensen en taken van mensen al tijden vervangen, zoals ten tijden van de automatisering in de 19e eeuw, toch is de angst voor het verlies van banen met de opkomst van kunstmatige intelligentie op dit moment in alle hevigheid aanwezig. Ik zal deze angst bespreken aan de hand van enkele economische theorieën en onderzoeken of het niet zozeer een verlies van banen, maar meer een verschuiving op de arbeidsmarkt is.

De tweede angst die ik zal bespreken is de angst dat de robots de wereld over zullen nemen. Aanleiding om deze angst te bespreken is de recente publicatie van het boek “Superintelligentie” van filosoof Nick Bostrom<sup>7</sup>. Dit boek heeft veel stof doen opwaaien. Veel kranten reageerden, zoals het NRC met een artikel genaamd “Een machine met enkel kille drijfveren”<sup>8</sup> waarin gewaarschuwd wordt voor de nietsontziende kunstmatige intelligentie. Ook de Volkskrant plaatst een artikel genaamd “Kan de mens worden uitgeroeid door machines?”<sup>9</sup> waarin een interview met Nick Bostrom centraal staat. Deze onrust is voor mij aanleiding om ook deze angst te bespreken in deze scriptie.

---

<sup>4</sup> Asscher, L. (2014)

<sup>5</sup> Est, R. van, en Kool, L. (2015)

<sup>6</sup> Koning, P. de & Noort, Wouter van (2015)

<sup>7</sup> Bostrom, N. (2014)

<sup>8</sup> Heijden, M. van der (2014)

<sup>9</sup> Keulemans, M. (2015)

Deze angst heeft veel te maken met het verlies van controle. De menselijke controle is bij autonoom opererende kunstmatige intelligentie al niet meer aanwezig; het zijn systemen die systemen beheersen. De specifieke angst die ik hier zal bespreken is de angst voor de gevolgen bij het ontstaan van een superintelligentie: hoe houden we controle over een intelligentie die onze intelligentie overtreft?

Tot slot zal ik een angst bespreken die wellicht niet zoveel gehoord wordt, maar naar mijn idee een andere filosofische kijk is op de technologische angst die er gaande is. De vraag of kunstmatige intelligentie een vervreemdende werking op de wereld om ons heen en op onszelf heeft ga ik onderzoeken aan de hand van het concept “vervreemding” zoals voorgesteld door Karl Marx. In de onlangs verschenen documentaire “De Volmaakte Mens” komt filosoof Peter-Paul Verbeek aan het woord. Volgens Verbeek berust de angst voor technologieën zoals kunstmatige intelligentie op een verkeerde beschouwing van de relatie tussen mens en techniek. Aan de hand van zijn recente publicatie, genaamd “Beyond interaction: A short introduction to mediation theory”<sup>10</sup> zal ik deze angst voor vervreemding verder bespreken.

Er zijn tot slot twee manieren om te reageren op ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie. Aan de ene kant de houding dat de ontwikkelingen niet zo snel zullen gaan, aan de andere kant de houding dat de ontwikkelingen een bedreiging zijn die uiteindelijk kunnen leiden tot een kunstmatige intelligentie die onze eigen intelligentie overtreft. Eén ding is naar mijn idee zeker en dat is dat ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie niet te stoppen zijn. Het voorspellen van een uitkomst is heel lastig, maar wegstappen is geen optie. Met dit essay hoop ik dan ook bewustzijn te creëren op het gebied van de zorgen over kunstmatige intelligentie en duidelijk te maken dat denken over de consequenties van deze ontwikkelingen zin heeft.

---

<sup>10</sup> Verbeek, P.P (2015)

# 1 Kunstmatige intelligentie

## 1.1 Intelligentie

Om te begrijpen wat er met kunstmatige intelligentie bedoeld wordt, zal ik eerst het begrip intelligentie verduidelijken. Intelligentie onderscheidt ons van alle andere levensvormen om ons heen. David Wechsler, de Amerikaanse psycholoog die de Wechsler intelligentietests ontwierp, definieerde intelligentie als: "Intelligentie is het vermogen doelgericht te handelen, rationeel te denken en effectief met de omgeving om te gaan."<sup>1</sup> Als we deze omschrijving als uitgangspunt nemen, is een intelligent wezen dus in staat doelgericht problemen op te lossen. Een machine die hier toe in staat is, zij het in de uitvoering van specifieke taken, wordt een kunstmatige intelligentie genoemd.

## Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd..2 Kunstmatige intelligentie

Uiteenlopende associaties ontstaan wanneer aan kunstmatige intelligentie gedacht wordt. De meest voor de hand liggende associaties zijn science fiction films zoals Star Wars, Terminator of A Space Odyssey. Kunstmatige intelligentie in deze vorm is dus vooral fictie. Kunstmatige intelligentie is echter al veelvuldig om ons heen aanwezig; zowel de rekenmachine als zelfrijdende auto's zijn een vorm van kunstmatige intelligentie. Het is alleen de mate van complexiteit die verschilt tussen deze vormen van kunstmatige intelligentie.

---

<sup>1</sup> Wechsler, D. (1944)

Robots worden vaak geassocieerd met kunstmatige intelligentie. Echter moet dan wel worden opgemerkt dat de robot slechts de 'verpakking' van de kunstmatige intelligentie is. De kunstmatige intelligentie is de computer die in de robot zit. Of, de kunstmatige intelligentie zijn de hersenen en de robot is het lichaam. In dit essay zal kunstmatige intelligentie opgevat worden als de intelligentie die aanwezig is bij machines. Machines die in staat zijn doelgericht problemen op te lossen.

Er zijn drie verschillende vormen van kunstmatige intelligentie te onderscheiden, die ik hieronder uiteen zal zetten. Het gaat hier om taakspecifieke intelligentie, algemene intelligentie en tot slot superintelligentie.

### **1.2.1 Taakspecifieke kunstmatige intelligentie**

Taakspecifieke kunstmatige intelligentie is de kunstmatige intelligentie die zich richt op het uitvoeren van één specifieke taak. Een voorbeeld van taakspecifieke kunstmatige intelligentie is de technologie in auto's zoals de sensors die aangeven wanneer de brandstof op is. Deze kunstmatige intelligentie is taakspecifiek en is daarmee beperkt tot een bepaald terrein. Dit zegt echter niets over de kracht van de kunstmatige intelligentie. Deze taakspecifieke kunstmatige intelligentie is vaak op een specifiek gebied minstens zo intelligent als de menselijke intelligentie, en vaak vele malen sneller en efficiënter. Zo bepaalt kunstmatige intelligentie snel en efficiënt de beste route, overtreft het ons op gebieden zoals razendsnelle gezichtsherkenning, online zoekmachines, of inparkeren.

Veel machines bezitten meerdere vormen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Een voorbeeld van een machine met meerdere vormen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie is de zelfrijdende auto's van google, die op dit moment getest worden.<sup>2</sup> De verschillende vormen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie moeten ervoor zorgen dat de auto de wereld om zich heen kan waarnemen en hier op kan reageren. Maar ook onze smartphones bezitten vele vormen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Denk hierbij aan spraakherkenning of de route die berekent kan worden. Ook de SPAM folder in onze email die op basis van kunstmatige intelligentie probeert te bepalen welke berichten wel of niet gewenst zijn om ons onder ogen te komen is een voorbeeld van

---

<sup>2</sup> Urmson, C. (2014)

taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Of de gehoorapparaten die automatisch achtergrondgeluid wegfilteren.

Dit zijn slechts enkele voorbeelden van taakspecifieke kunstmatige intelligentie in de consumenten wereld. Ook daarbuiten, zoals in de financiële, militaire en medische wereld wordt volop gebruik gemaakt van taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Zo is er in de financiële wereld taakspecifieke kunstmatige intelligentie die zelf handelt op de beurs, de zogenaamde High frequency trading, waarin software het nieuws leest, verwerkt en hiernaar handelt. Een voorbeeld van kunstmatige intelligentie in de militaire wereld is het “DART” programma<sup>3</sup>, waarin logistieke problemen door kunstmatige intelligentie worden opgelost. Ook robots worden veel militair ingezet. Zo is er de “Iron Dome” of de “Phalanx”: automatische raketsystemen die autonoom raketten lanceren zodra er een bedreiging wordt gesignaleerd.

Een ander beroemd voorbeeld van taakspecifieke kunstmatige intelligentie is “Watson” (IBM). Watson is een computer die in staat is om vragen die in natuurlijke taal gevraagd worden te beantwoorden. Deze computer was als eerste computer in staat om het spel Jeopardy, waarin algemene kennis getest wordt, te winnen van een mens.

Uit bovenstaande voorbeelden wordt duidelijk dat taakspecifieke kunstmatige intelligentie sneller en efficiënter is dan de mens, op specifieke gebieden. Er zijn echter ook andere gebieden waarin taakspecifieke kunstmatige intelligentie de mens overtreft. Zo is taakspecifieke kunstmatige intelligentie foutlozer, objectiever en energiezuiniger. Een voorbeeld is het analyseren van Big Data. Big Data zijn grote hoeveelheden digitale data. Om deze data te analyseren zijn complexe algoritmen nodig. Hoe groter de hoeveelheid data, hoe moeilijker het wordt om deze algoritmen te ontwikkelen. Kunstmatige intelligentie is in staat om verbanden te leggen en correlaties te zien die de mens in dezelfde tijd onmogelijk zou kunnen volbrengen.

Met al deze voordelen van kunstmatige intelligentie is het duidelijk dat de ontwikkeling van taakspecifieke kunstmatige intelligentie niet zal stoppen. Waar de ontwikkeling heen gaat is niet duidelijk, maar al de verschillende vormen van kunstmatige intelligentie kunnen als bouwstenen gebruikt worden om algemene kunstmatige intelligentie dichterbij te brengen.

---

<sup>3</sup> Hedberg, S. (2002)

## 1.2.2 Algemene kunstmatige intelligentie

*“AI has by now succeeded in doing essentially everything that requires ‘thinking’ but has failed to do most of what people and animals do ‘without thinking.’”*

*Donald Knuth<sup>4</sup>*

Wanneer kunstmatige intelligentie zich niet langer op één specifieke taak richt, maar inzetbaar is voor onbepaald veel doeleinden, en hiermee de menselijke intelligentie evenaart, dan kan er gesproken worden over algemene kunstmatige intelligentie. Het verschil tussen taakspecifieke en algemene kunstmatige intelligentie is te verduidelijken aan de hand van het onderscheid tussen domein-specifieke en fluïde intelligentie. Volgens Stephen Mithen (1996) bestaat domein-specifieke intelligentie uit een serie van mentale modules, cognitieve domeinen of intelligenties die in isolatie van elkaar opereren.<sup>5</sup> Dit is te vergelijken met taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Aangezien taakspecifieke kunstmatige intelligentie ook slechts op een bepaald gebied (domein) opereert. Fluïde intelligentie is volgens Mithen die intelligentie die ontstaat wanneer het primitieve modulaire brein van de primaten evolueert in het brein zoals dat van de moderne mens. Verschillende manieren van verwerken van informatie zouden dan samenkomen. Op dezelfde manier is de overgang van taakspecifieke kunstmatige intelligentie naar algemene (menselijke) kunstmatige intelligentie te beschrijven. Op het moment dat de verschillende vormen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie gecombineerd worden zou op een gegeven moment algemene kunstmatige intelligentie kunnen ontstaan.

De voorspellingen lopen uiteen over wanneer taakspecifieke kunstmatige intelligentie het niveau bereikt zal hebben van algemene kunstmatige intelligentie. Leden van verschillende expertgroepen werden tussen 2011 en 2013 gevraagd wanneer zij dachten dat taakspecifieke kunstmatige intelligentie op niveau van algemene kunstmatige intelligentie zou komen.<sup>6</sup> Volgens deze experts is de kans 10% dat kunstmatige intelligentie rond het jaar 2030 het niveau van menselijke intelligentie zal bereiken. De waarschijnlijkheid loopt op van 50% in 2050 en 90%

---

<sup>4</sup> Nilsson (2009) p.318

<sup>5</sup> Mithen, S. (1996) p.717

<sup>6</sup> Bostrom, N. (2014) p.37

in 2100. Kortom, het grootste gedeelte van de experts in het vakgebied is stellig: voor het einde van deze eeuw is de computer slimmer dan de mens.

### **1.2.3 Superintelligentie**

De derde vorm van kunstmatige intelligentie is superintelligentie. Superintelligentie wordt door Nick Bostrom beschreven als "Iedere vorm van begrip die de cognitieve vermogens van de mens op bijna alle belangrijke gebieden ver te boven gaat."<sup>7</sup> Oftewel, de kunstmatige intelligentie die de algemene intelligentie van de mens in belangrijke mate overtreft. Op dit moment bestaat er nog geen algemene kunstmatige intelligentie, dus ook geen superintelligentie, maar volgens Bostrom is het onvermijdelijk dat deze superintelligentie ooit zal ontstaan.

Volgens Bostrom is dit onvermijdelijk omdat volgens Bostrom uit taakspecifieke kunstmatige intelligentie algemene kunstmatige intelligentie zal ontstaan. Deze ontwikkeling is volgens hem niet te stoppen. Als er algemene kunstmatige intelligentie ontstaat, ontstaat er vervolgens hoe dan ook superintelligentie, aangezien er geen reden is om de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie na het bereiken van algemene kunstmatige intelligentie te stoppen.

Hoewel er grote technische uitdagingen zijn zal er volgens Bostrom een moment komen waarop algemene kunstmatige intelligentie efficiënt aan de eigen vooruitgang zal gaan werken. Op dat moment zal er mogelijk een intelligentie explosie ontstaan. Uit deze intelligentie explosie zou superintelligentie kunnen ontstaan.

In hetzelfde onderzoek onder de leden van verschillende expertgroepen op het gebied van kunstmatige intelligentie<sup>8</sup> werd de vraag gesteld naar wat de verwachting was wanneer superintelligentie zou ontstaan. Het grootste deel van de wetenschappers gaat mee in het argument van Bostrom en verwacht dat superintelligentie binnen 30 jaar na het bereiken van het niveau van algemene kunstmatige intelligentie behaald zal worden.

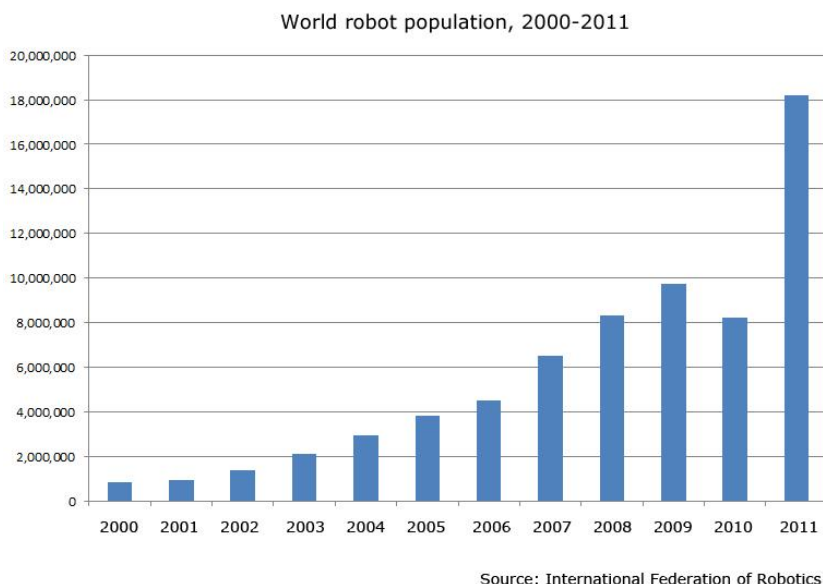
---

<sup>7</sup> Bostrom (2014) p.39

<sup>8</sup> Bostrom (2014) p.37

## 1.3 Stand van zaken op het gebied van kunstmatige intelligentie

Wat is nu de stand van zaken op het gebied van kunstmatige intelligentie? Er waren in 2011 in totaal meer dan 18 miljoen robots op aarde, dit in vergelijking met 10 miljoen robots in 2009.<sup>9</sup>



Naast robots zijn er vele andere soorten van taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Een toepassing van kunstmatige intelligentie is bijvoorbeeld de spelcomputer. Het lijkt wellicht niet spectaculair dat veel vormen van kunstmatige intelligentie op het gebied van spelcomputers mensen verslaan, maar zestig jaar geleden was het nog een ontwikkeling waar over gezegd werd: "Als je een succesvolle schaakmachine zou kunnen ontwikkelen, heeft men het hart van de menselijke intelligentie bereikt."<sup>10</sup> Veertig jaar later versloeg de schaakcomputer Deep Blue de regerend wereldkampioen Garri Kasparov. Voor het eerst had een kunstmatige intelligentie de menselijke intelligentie overtroffen.

Naast de spelcomputer zijn er vele andere toepassingen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Een toepassing van taakspecifieke kunstmatige intelligentie is het navigatiesysteem in de auto. Deze software is vele malen sneller en efficiënter dan de menselijke intelligentie; de software kan veel sneller de route bepalen, en dat alles rekening houdend met files of eventueel afgesloten wegen. Naast het navigatiesysteem zit een auto vol met andere vormen van kunstmatige intelligentie die het bijvoorbeeld

<sup>9</sup> International Federation of Robots

<sup>10</sup> Newell (1958) p.320

mogelijk maken om de auto automatisch in te laten parkeren. Een andere toepassing van kunstmatige intelligentie is een online zoekmachine op het internet. Uit miljarden websites vol met informatie moet de software relevante informatie halen. Binnen een halve seconde zijn de zoekresultaten zichtbaar. Wederom een prestatie die de menselijke intelligentie nooit zou kunnen verrichten. De taakspecifieke kunstmatige intelligentie gaat dus intelligent (probleemoplossend) te werk, veel sneller en efficiënter dan de mens ooit zou kunnen.

Er zijn veel ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie. Zo is Google nu bezig met een zelfrijdende auto te ontwikkelen,<sup>11</sup> en wordt deze scriptie door kunstmatige intelligentie gecontroleerd op plagiaat.<sup>12</sup> Ook kopte Wired laatst “Google’s grand plan to make your brain irrelevant” waarin wordt uitgelegd hoe Google kunstmatige intelligentie probeert te ontwerpen die betekenis begrijpt.<sup>13</sup> Al deze ontwikkelingen zijn ontwikkelingen op het gebied van specifieke kunstmatige intelligentie, maar gezamenlijk zouden ze kunnen leiden tot het ontstaan van algemene kunstmatige intelligentie.

### **1.3.1 Technologische singulariteit**

Het moment dat de algemene kunstmatige intelligentie bereikt wordt, wordt ook wel het moment van de technologische singulariteit genoemd. Het begrip singulariteit is in de wiskunde ontstaan en wordt gebruikt om een waarde aan te geven die voorbij iedere eindige limiet valt. Een voorbeeld hiervan is de explosie van de magnitude (grootte)<sup>14</sup>. Dit is wanneer een getal gedeeld wordt en op die manier steeds dichterbij nul komt. Bijvoorbeeld  $y = 1/x$ . Op een gegeven moment nadert de waarde van  $x$  nul, en de waarde van de functie  $y$  explodeert steeds verder. Deze wiskundige formule kan nooit echt een oneindige waarde bereiken, omdat het delen door nul wiskundig onmogelijk is om te berekenen. Maar  $y$  nadert wel het oneindige wanneer  $x = \text{nul}$  nadert. Dit is een wiskundige singulariteit: wanneer  $x$  nul nadert, nadert  $y$  de oneindigheid.

---

<sup>11</sup> Urmson, C. (2014)

<sup>12</sup> Door middel van SafeAssign ([www.safeassign.com](http://www.safeassign.com))

<sup>13</sup> Wohlen, M. (2014)

<sup>14</sup> Kurzweil (2011) p.45

In 1993 presenteerde Vernor Vinge een artikel bij een door NASA georganiseerd symposium, dat de singulariteit beschreef als een gebeurtenis die met grote zekerheid zal gaan gebeuren. Er zouden volgens Vinge dingen met grotere intelligentie dan de mens ontstaan. Een ontwikkeling die niet meer te stoppen is.<sup>15</sup> De weg naar het moment van de technologische singulariteit wordt volgens Vinge bepaald door de Wet van Moore.<sup>16</sup>

### 1.3.2 De Wet van Moore

De Wet van Moore is in 1965 in een artikel door Gordon Moore in het Amerikaanse vakblad *Electronics Magazine*<sup>17</sup> uiteengezet. Moore beschrijft hoe volgens hem de technologie-industrie er 10 jaar later uit zou zien. Deze voorspelling kwam er op neer dat volgens Moore het aantal transistors op een chip elke anderhalf jaar zal verdubbelen, terwijl de kosten per chip niet zouden stijgen.<sup>18</sup> Met andere woorden, processors zouden elke anderhalf jaar in snelheid verdubbelen. Later is deze voorspelling door Moore bijgesteld van een verdubbeling van de snelheid elke anderhalf jaar naar een verdubbeling van de snelheid elke twee jaar.

De groei die de wet van Moore beschrijft is een voorbeeld van exponentiële groei.<sup>19</sup> Het kenmerk van exponentiële groei is dat deze heel langzaam begint, maar later enorm hard gaat. Normaal gezien wordt groei echter ervaren als lineaire, constante groei. We zijn als het ware lineair geprogrammeerd. De reden waarom de lineaire modellen een tijd lang lijken te kloppen is dezelfde reden waarom mensen in eerste instantie die lineaire visie aannemen: exponentiële trends lijken lineair wanneer je ze maar voor een korte tijd bekijken en ervaart, zeker in het begin van een exponentiële trend. Op een gegeven moment explodeert de exponentiële groei en past het lineaire model niet langer.

Deze explosie in de exponentiële curve zorgt ervoor dat op een bepaald punt in de tijd een ontwikkeling of groei als lineair wordt ervaren, terwijl in werkelijkheid de groei exponentieel gaat. En dat heeft gevolgen voor toekomstige ontwikkelingen. Bij een groeicurve die exponentieel verloopt, is het moeilijk om te voorspellen wanneer de lijn

---

<sup>15</sup> Vinge, V. (1993)

<sup>16</sup> Brynjolfsson, E., & McAfee, Andrew. (2014) p.230

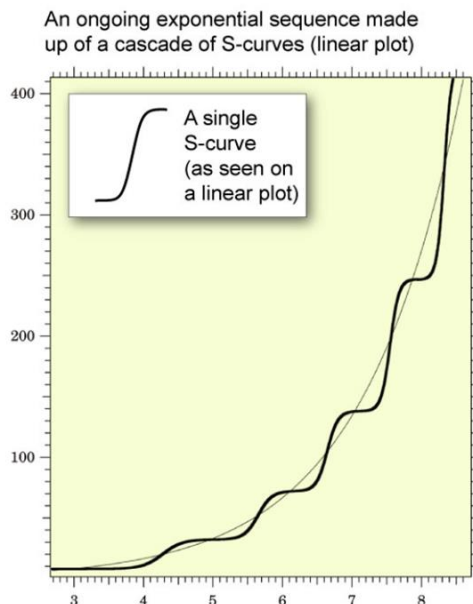
<sup>17</sup> Moore (1965)

<sup>18</sup> Brynjolfsson, E., & McAfee, Andrew. (2014) p. 40/41

<sup>19</sup> Brynjolfsson, E., & McAfee, Andrew. (2014). P.48

ineens snel omhoog zal lopen. Of met andere woorden, wanneer er een doorbraak plaatsvindt. Even moeilijk is het om te voorspellen hoeveel impact deze doorbraak zal hebben.

Soms wordt tijdens een exponentiële groeicurve toch een moment van stilstand ervaren. De Amerikaanse wetenschapper Ray Kurzweil heeft een verklaring voor dit gevoel van stilstand tijdens exponentiële groei. Volgens Ray Kurzweil<sup>20</sup> zijn er 3 fases te onderscheiden bij exponentiële groei. De eerste fase is de langzame groei, de beginnende fase van exponentiële groei. De tweede fase is de snelle groei, de explosieve fase van exponentiële groei. De derde en laatste fase is de afvlakking. Volgens Kurzweil is er langs de lijn die stijl omhoog schiet een andere lijn te tekenen, die er een slingerbeweging omheen maakt. Dat is de actualiteit; de zogenaamde S-curve.



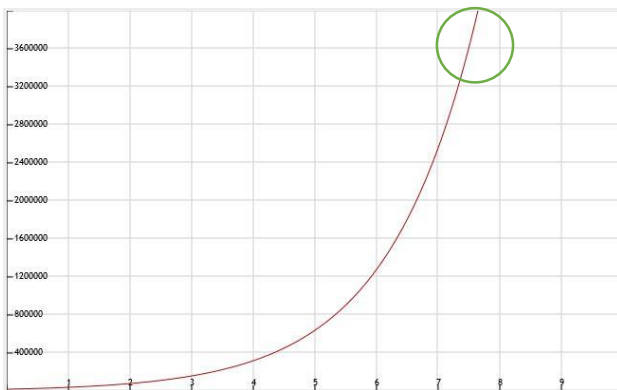
Bron: <https://scalometer.wikispaces.com/singularity>

Ray Kurzweil legt de singulariteit ten gevolge van exponentiële groei verder uit in "The Singularity is Near". Volgens Kurzweil zal in 2045 de technologische singulariteit plaatsvinden als de technologische vooruitgang met dezelfde snelheid doorzet zoals dat

---

<sup>20</sup> Kurzweil, R. (2011) p.68

nu gebeurt. Volgens Kurzweil is de singulariteit veelzijdig.<sup>21</sup> De singulariteit is de verticale fase van exponentiële groei die plaatsvindt als de snelheid zo extreem is dat de technologie zich bijna met oneindige snelheid uitbreidt. Deze singulariteit zal door de mens ervaren worden als een breuk; het is het moment waarop de menselijke intelligentie niet meer in staat is de kunstmatige intelligentie te begrijpen.



Omcirkeld het moment van technologische singulariteit, aldus Ray Kurzweil.

Een van de gevolgen van de singulariteit zal zijn dat de aard van ons vermogen om te begrijpen zal veranderen. Wanneer de kunstmatige intelligentie onze intelligentie overstijgt zal er een situatie ontstaan waar onze normale regels niet meer van toepassing zijn.<sup>22</sup> De superintelligentie is ontstaan.

Zoals eerder beschreven is kunstmatige intelligentie dus die kunstmatige intelligentie waarbij "Iedere vorm van begrip die de cognitieve vermogens van de mens op bijna alle belangrijke gebieden ver te boven gaat."<sup>23</sup> Het is het onzeker wat er zal gebeuren als deze superintelligentie ontstaat en dit is aanleiding voor een van de angsten die in het volgende hoofdstuk omschreven zal worden; de angst dat kunstmatige intelligentie de wereld over zal nemen.

---

<sup>21</sup> Kurzweil (2011) p.47

<sup>22</sup> Kurzweil (2011) p.48

<sup>23</sup> Bostrom (2014) p.39

## 2 Angsten voor technologische ontwikkeling op het gebied van kunstmatige intelligentie

In het vorige hoofdstuk zagen we dat de groei van de technologische ontwikkelingen exponentieel verloopt en het is denkbaar dat deze ontwikkelingen met een versnellend tempo toe zullen nemen. Begin dit jaar ondertekenden vele prominenten en wetenschappers een 'open brief'<sup>24</sup> met daarin de oproep om breder onderzoek te doen naar kunstmatige intelligentie. De strekking van de brief was dat we de controle over kunstmatige intelligentie niet mogen verliezen. De angst dat er iets mis gaat is groot. In het volgende deel van dit essay zal ik verschillende angsten voor technologische ontwikkelingen in de kunstmatige intelligentie uiteenzetten om te duiden wat men eigenlijk bedoeld met 'mis gaan'.

De eerste angst die ik zal bespreken is de angst voor toenemende werkeloosheid. Zoals besproken in de inleiding is de aanleiding om de angst voor toenemende werkeloosheid te bespreken door verdere naast de kamerbrief van Minister Asscher<sup>25</sup> ook recent onderzoek dat gepubliceerd is door het Rathenau instituut.<sup>26</sup> Naar aanleiding van dit onderzoek neemt de ongerustheid toe en verschijnen er artikelen met titels zoals "Het gaat sneller dan we denken"<sup>27</sup> waarin wordt aangegeven dat het tijd is om na te denken over de gevolgen van de robotisering in de samenleving. Zowel politiek als wetenschappelijk dus een levendige angst. Ik zal deze angst bespreken aan de hand van enkele economische theorieën en bespreken of het niet zozeer een verlies van banen, maar meer een verschuiving op de arbeidsmarkt is.

Vervolgens zal ik de angst dat robots de wereld over zullen nemen bespreken. Aanleiding hiervoor is de recente publicatie van het boek "Superintelligentie" van filosoof Nick Bostrom<sup>28</sup>. Dit boek heeft veel stof doen opwaaien. Veel kranten reageerden, zoals

---

<sup>24</sup> Russell, S. ea (2015)

<sup>25</sup> Asscher, L. (2014)

<sup>26</sup> Est, R. van, en Kool, L. (2015)

<sup>27</sup> Koning, P. de & Noort, Wouter van (2015)

<sup>28</sup> Bostrom, N. (2014)

het NRC met een artikel genaamd “Een machine met enkel kille drijfveren”<sup>29</sup> waarin gewaarschuwd wordt voor de nietsontziende kunstmatige intelligentie. Ook de Volkskrant plaatst een artikel genaamd “Kan de mens worden uitgeroeid door machines?”<sup>30</sup> waarin een interview met Nick Bostrom centraal staat. Deze onrust is voor mij aanleiding om ook deze angst te bespreken in deze scriptie. Deze angst heeft veel te maken met het verlies van controle. De menselijke controle is bij autonoom opererende kunstmatige intelligentie al nauwelijks meer aanwezig; het zijn systemen die systemen beheersen. De specifieke angst die ik hier zal bespreken is de angst voor de gevolgen bij het ontstaan van een superintelligentie: hoe houden we controle over een intelligentie die onze intelligentie overtreft?

Tot slot zal ik een angst die wellicht niet zoveel gehoord wordt bespreken, maar naar mijn idee een andere filosofische kijk is op technologie angst. In de onlangs verschenen documentaire “De Volmaakte Mens” komt filosoof Peter-Paul Verbeek aan het woord. Volgens Verbeek berust de angst voor technologieën zoals kunstmatige intelligentie op een verkeerde beschouwing van de relatie tussen mens en techniek. Aan de hand van zijn recente publicatie, genaamd “Beyond interaction: A short introduction to mediation theory”<sup>31</sup> zal ik deze angst voor vervreemding verder bespreken.

## 2.1 De angst voor toenemende werkeloosheid

Onlangs waarschuwde minister Asscher<sup>32</sup> dat robots in de toekomst onze taken over zouden nemen en de werkeloosheid daardoor zou stijgen. Ook volgens adviesbureau Deloitte<sup>33</sup> staan in Nederland twee tot drie miljoen banen op de tocht door innovaties zoals robots, 3D-printing en zelfrijdende auto's. Vooral laagopgeleide arbeiders in de dienstverlenende en producerende sector zullen hun baan gaan verliezen, aldus dit rapport. Ook in de wetenschap klinken onheilspellende berichten. Zo concluderen Frey en Osborne (2013) dat 47 procent van de banen geautomatiseerd kan worden binnen 15-

---

<sup>29</sup> Heijden, M. van der (2014)

<sup>30</sup> Keulemans, M. (2015)

<sup>31</sup> Verbeek, P.P (2015)

<sup>32</sup> Asscher, L. (2014)

<sup>33</sup> Schattorie, J. (2014)

30 jaar.<sup>34</sup> Deze berichten voeden de angst voor toenemende werkeloosheid door kunstmatige intelligentie.

De hedendaagse angst voor toenemende werkeloosheid door ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie betreft de taakspecifieke vormen van kunstmatige intelligentie. Deze vorm van kunstmatige intelligentie heeft goed afgebakende regels nodig om te functioneren. Maar ondanks de beperkingen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie, ontstaan er steeds meer toepassingen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Zo vervangen zelfscankassa's de caissières, automatische spraakherkenning vervangt telefonistes, en robots verpleegkundigen<sup>35</sup>. Als de zelfrijdende auto van Google op de weg komt, in hoeverre zullen vrachtwagenchauffeurs dan overbodig zijn? De angst die hierdoor ontstaat is: zal er nog werk overblijven als de exponentieel slimmer wordende kunstmatige intelligentie toeneemt en in een snel tempo banen overneemt?<sup>36</sup>

### **2.1.1 Automatiseringsangst; de industriële revolutie en de digitale revolutie**

Om bovenstaande vraag te beantwoorden is het nuttig om terug te kijken op de industriële revolutie waar een dergelijke automatiseringsangst ook speelde. Al sinds het begin van de industriële revolutie in de 19e eeuw nemen machines op grote schaal het werk over van mens en dier. De stoommachine, elektriciteit en het gebruik van aardolie zijn enkele voorbeelden van ontwikkelingen die vooral ongeschoolde arbeiders onderaan de arbeidsmarkt onnodig maakten. Machines namen het werk over, maar er werden door de automatisering ook nieuwe banen gecreëerd. Op deze manier heeft de automatisering ten tijde van de industriële revolutie per saldo niet geleid tot verlies van banen.<sup>37</sup>

De angst voor de gevolgen van de automatisering zijn op een zelfde manier aanwezig tijdens de hedendaagse digitale revolutie. De digitale revolutie kenmerkt zich door innovaties van nieuwe communicatievormen en informatiedragers, waaronder het internet. Door deze innovaties is informatie nu overal ter wereld beschikbaar, zijn robots steeds meer taken aan het overnemen en draait productiewerk grotendeels om

---

<sup>34</sup> Frey en Osborne (2013) p.44

<sup>35</sup> Bijlsma, J. (2013)

<sup>36</sup> Zie de Wet van Moore (1.3.2)

<sup>37</sup> Veen, G. van der (2010) p.24

procesbeheersing. Bijgevolg zijn veel laaggeschoolde, arbeidsintensieve banen verloren gegaan.<sup>38</sup> De angst voor toenemende werkloosheid wordt hiermee bevestigd.

De afgelopen tweehonderd jaar heeft automatisering geleid tot het verlies van banen onderaan de arbeidsmarkt.<sup>39</sup> Met name ongeschoold werk is verloren gegaan. Hier staat echter tegenover dat er nieuwe banen bijgekomen zijn aan de bovenkant van de arbeidsmarkt. In plaats van een verlies van banen is deze ontwikkeling beter te beschrijven als een verschuiving van de arbeidsmarkt. Net zoals ten tijde van de industriële revolutie verschuift de arbeidsmarkt: banen onderaan de arbeidsmarkt verdwijnen maar hier komen banen boven aan de arbeidsmarkt voor terug.

Deze verschuiving betekende geen afname van de totale werkgelegenheid. Net zoals in het verleden is te verwachten dat de digitale revolutie niet zal leiden tot een netto afname van werkgelegenheid. Dat er geen afname van werkgelegenheid is heeft te maken met de nieuwe werkgelegenheid die gecreëerd wordt door dezelfde technologie die ook banen overneemt. Men wordt productiever door de inzet van deze technologieën. Zoals Thierry Tressel (2004) het omschrijft: technologie vervangt mensen niet, maar is een supplement.<sup>40</sup> Dit wil zeggen dat als er een nieuwe technologische ontwikkeling ontstaat, deze technologie wordt toegepast en dat de machine dingen efficiënter zal uitvoeren dan mensen. Dit betekent dat de mens voor dat deel overbodig wordt. Echter, de suppletie zit er volgens Bas ter Weel<sup>41</sup> in dat de mens samenwerkt met deze technologie. Op die manier ontstaan nieuwe banen, denk aan banen zoals website ontwikkelaar of systeembeheerder. Hierdoor neemt de arbeidsvraag juist steeds verder toe.

### **2.2.2 Responsiviteit**

Zoals uit het voorgaande is op te maken leiden technologische ontwikkelingen zowel tot het verdwijnen van banen als tot een toenemende arbeidsvraag. Naast een toenemende productiviteit is er een andere verklaring hiervoor te geven. De vraag naar goederen en diensten is namelijk responsief. Dat wil zeggen dat door een sterke toename in het inkomen van werknemer naar aanleiding van de productiviteitstijging de consumptie ook

---

<sup>38</sup> Schattorie, J. (2014)

<sup>39</sup> Kurzweil (2011) p.137

<sup>40</sup> Tressel, T. (2004)

<sup>41</sup> Ter Weel, Bas. (2004)

toeneemt. Door deze toenemende consumptie, neemt de vraag naar goederen en diensten toe, maar ook de vraag naar arbeid.

Door de responsiviteit van de economie, lijkt de angst voor toenemende werkeloosheid door de ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie, te berusten op een denkfout. Hoewel het eerder genoemde onderzoek van Frey en Osborne (2013), waarin zij concluderen dat 47 procent van de banen geautomatiseerd kan worden binnen 15-30 jaar<sup>42</sup>, onheilspellend klinkt, is dat het niet wanneer aangenomen wordt dat er geen vaste hoeveelheid werk in de economie zit. Deze denkfout wordt ook wel de "Lump of Labor fallacy"<sup>43</sup> genoemd. Dit is de overtuiging dat het aantal banen binnen een economie vast staat. Dit gaat echter voorbij aan het gegeven dat extra werk ook extra vraag naar werk zal creëren en de economie en de arbeidsvraag op die manier groeit.

Dat economen zich geen zorgen maken, blijkt ook uit het een rondvraag onder 50 top-economen.<sup>44</sup> In deze rondvraag werden de economen verschillende stellingen voorgelegd. Een van de stellingen is: "Advancing automation has not historically reduced employment in the United States." Het overgrote deel van de economen stemt in met deze stelling. Dit bevestigt het idee dat de angst dat kunstmatige intelligentie tot minder werkgelegenheid zal leiden mogelijk ongegrond is.

### **2.2.3 Arbeidsverdeling**

Een andere stelling die voorgelegd werd aan de wetenschappers is: "One of the leading reasons for rising US income inequality over the past 30 years is that technological change has affected workers with some skill sets differently than others." Deze stelling stelt de vraag naar de verdeling van werkgelegenheid. Op deze stelling, de vraag of er een grotere ongelijkheid in de arbeidsmarkt is ontstaan door de technologische ontwikkelingen, antwoordden de wetenschappers instemmend. Technologische ontwikkelingen zouden volgens deze economen sommige werknemers anders beïnvloeden dan andere werknemers.

---

<sup>42</sup> Frey en Osborne (2013) p.44

<sup>43</sup> Black, J., Hashimzade, N., & Myles, G. (2012)

<sup>44</sup> Rondvraag gedaan door IGM Economic Experts Panel ([http://www.igmchicago.org/igm-economic-experts-panel/poll-results?SurveyID=SV\\_eKbRnXZWx3jSRBb](http://www.igmchicago.org/igm-economic-experts-panel/poll-results?SurveyID=SV_eKbRnXZWx3jSRBb))

Deze angst voor toenemende ongelijkheid op de arbeidsmarkt wordt door Erik Brynjolfsson beschreven in *The Second Machine Age (2014)*. De toenemende ongelijkheid wordt door Brynjolfsson "The spread"<sup>45</sup> genoemd. "The spread" houdt in dat een klein gedeelte van de mensen profiteert van de technologische ontwikkelingen, namelijk de zeer rijke ondernemers en investeerders. Het grootste deel van de mensen onderaan de arbeidsmarkt zal echter volgens Brynjolfsson zijn baan kwijtraken, dit komt omdat dit werk betreft dat makkelijk te automatiseren is.

Deze angst voor ongelijkheid op het gebied van werkeloosheid is verder uit te leggen aan de hand van zogenaamde Skill-biased technological change ("SBTC") hypothese<sup>46</sup>. Deze hypothese stelt dat nieuwe technologie het werk van hoger opgeleiden complementeert, in tegenstelling tot het werk van lager opgeleiden. Nieuwe technologie zou het werk van lager opgeleiden vervangen. Zoals eerder genoemd wordt technologie door Tressel (2004) gezien als supplement in plaats van vervanging van menselijke arbeid. Echter, de SBTC hypothese stelt dat dit alleen opgaat bij hoger opgeleiden. Dat er een grotere vraag naar hoger opgeleiden zou komen is ook wat Nobelprijswinnaar Tinbergen (1974, 1975) speculeerde. Volgens Tinbergen zou de vraag naar hoger opgeleiden de evolutie van de arbeidsmarkt karakteriseren.

Echter in recent onderzoek, gedaan door econoom Richard Murnane (2001) wordt deze hypothese betwist. De uitdaging bij de ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie blijft immers nog steeds aanwezig. Veel taken die voor mensen eenvoudig zijn, zijn voor kunstmatige intelligentie voorlopig nog onmogelijk. Volgens Murnane moet dan ook niet de vraag gesteld worden naar wat moeilijk is voor mensen; hoogopgeleid zijn is moeilijk terwijl laagopgeleid zijn makkelijker is. In plaats van de vraag te stellen naar wat moeilijk is voor mensen, moet de vraag gesteld worden wat moeilijk is voor kunstmatige intelligentie en of deze taken geautomatiseerd kunnen worden. Kunstmatige intelligentie heeft voorlopig vaste regels of codes nodig en kan op die manier slechts routinematige taken aan.<sup>47</sup>

Het verschil met de Skill-biased technological change hypothese en de uitspraken van Tinbergen is dat de banen die kunstmatige intelligentie over kan nemen, de banen gebaseerd op regels of codes, niet per se de laagopgeleide banen zijn. Ook administratieve

---

<sup>45</sup> Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014) hoofdstuk 9

<sup>46</sup> Berman, E., Bound, J., & Machin, S. (1998)

<sup>47</sup> Murnane, R.(2001) p.1280

banen, kantoorpersoneel en productiemedewerkers kunnen vervangen worden door kunstmatige intelligentie. In onderstaande tabel is te zien welk soort banen naar alle waarschijnlijkheid overgenomen kunnen worden door kunstmatige intelligentie.

**Bring on the personal trainers**  
 Probability that computerisation will lead to job losses within the next two decades, 2013  
 (1=certain)

Job	Probability
Recreational therapists	0.003
Dentists	0.004
Athletic trainers	0.007
Clergy	0.008
Chemical engineers	0.02
Editors	0.06
Firefighters	0.17
Actors	0.37
Health technologists	0.40
Economists	0.43
Commercial pilots	0.55
Machinists	0.65
Word processors and typists	0.81
Real estate sales agents	0.86
Technical writers	0.89
Retail salespersons	0.92
Accountants and auditors	0.94
Telemarketers	0.99

Source: "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?" by C.Frey and M.Osborne (2013)

Anna Salomons<sup>48</sup> werkt deze trend verder uit. Volgens Salomons zijn zowel de zeer hoog opgeleide banen als de laagopgeleide banen niet gemakkelijk te automatiseren. Lager opgeleide banen die niet makkelijk te automatiseren zijn, zijn volgens haar banen zoals kappers, schoonmaken of babysitten. Volgens Salomons is het zo dat zowel de boven als de onderkant van arbeidsmarkt zal groeien. Er kan dus gesteld worden dat ook hier een verschuiving plaatsvindt, in plaats van een verlies.

Van betekenis is ook dat de werkloosheid de afgelopen 35 jaar niet gestegen is, maar de welvaart wel zo blijkt uit het rapport *Welvaart in Nederland* van het CBS (2012). In 2010 hebben huishoudens in 2010 gemiddeld 33,2 duizend euro te besteden, in

<sup>48</sup> Salomons, A., Goos, M., Manning, A. (2014) p. 2524

vergelijking met 18,6 duizend euro in 1977. Rekening houdend met inflatie en het kleiner worden van huishoudens, heeft een huishouden in 2010 een kwart meer te besteden dan in 1977.<sup>49</sup>

Volgens Graetz en Michaels (2015) in een onderzoek naar robotdichtheid blijkt dat een deel van deze welvaart zelfs te danken kan zijn aan de robotisering. Het onderzoek van Graetz en Michaels richt zich weliswaar uitsluitend op robots die gebruikt worden in de industrie, maar er is een relatie te zien tussen het aantal robots dat gebruikt wordt in een land en de economische groei van dat land. Hoe meer robots gebruikt worden, hoe meer welvaart een land heeft.<sup>50</sup> Zo concluderen Graetz en Michaels dat een tiende van de economische groei te danken is aan de inzet van robots in de industrie.

Gezien het voorgaande lijkt de angst voor het verloren gaan van banen als gevolg van de toenemende technologische ontwikkelingen niet gegrond. Zowel Brynjolfsson als de SBTC hypothese zien een verschuiving van de arbeidsmarkt, waarbij met name banen aan de onderkant van de arbeidsmarkt verdwijnen. Maar beiden concluderen ook dat het hierbij gaat om een herverdeling, niet om het verdwijnen van banen. Uit recent onderzoek<sup>51</sup> blijkt echter dat de komst van kunstmatige intelligentie niet alleen banen van lager opgeleiden over zal nemen, maar ook banen van hoger opgeleiden. Hoe dan ook is de welvaart de afgelopen 35 jaar toegenomen, de werkloosheid gedaald<sup>52</sup> en lijkt kunstmatige intelligentie een bijdrage te hebben aan deze welvaart.<sup>53</sup>

#### **2.2.4 (Bij)scholing**

Verwacht mag worden dat bepaalde banen zullen verdwijnen, maar dat er ook nieuwe arbeidsmogelijkheden ontstaan en de welvaart en productiviteit zullen stijgen. Een kanttekening is wel dat er een verschuiving plaatsvindt binnen de arbeidsmarkt. De vaardigheden van werknemers moeten aansluiten bij de nieuwe banen die gecreëerd worden. Scholing en bijscholing lijken dus essentieel, zo schrijft Lamber Royakkers (ea)

---

<sup>49</sup> Veen, G. van der (2012) p.18-20

<sup>50</sup> Michaels, Guy. (2015)

<sup>51</sup> Salomons, A., Goos, M., Manning, A. (2014) p. 2524

<sup>52</sup> Veen, G. van der (2012) p.18-20

<sup>53</sup> Michaels, Guy. (2015)

in *Overal Robots*: "Gebruikers dienen tijdig geschoold te worden in de mogelijkheden en onmogelijkheden van roboticasystemen."<sup>54</sup>

John Maynard Keynes<sup>55</sup> verwoordde het belang van bijscholing in 1930 al als volgt: er is slechts tijdelijke technologische werkloosheid doordat de gevraagde en aangeboden vaardigheden op de arbeidsmarkt niet meer op elkaar aansluiten. Om de eventueel tijdelijke werkloosheid in bepaalde delen van de arbeidsmarkt te verkleinen lijkt het noodzakelijk om het onderwijs, maar ook, investeringen in infrastructuur aan te passen.<sup>56</sup>

## 2.1 Angst voor verlies van controle

We leven in tijd waarin we alles onder controle lijken te willen hebben. Zoals besproken bestaat er al een afhankelijkheid van vele vormen van taakspecifieke kunstmatige intelligentie. Daarbij is er nog maar in beperkte mate controle over wat kunstmatige intelligentie doet. Er is sprake van een steeds verder gaand proces van systemen die systemen beheersen. Een voorbeeld hiervan zijn de autonome wapensystemen die zelfstandig hun doelwit selecteren, zonder enige tussenkomst van de mens. Eigenlijk beheersen wij deze autonome systemen niet meer. En het is een proces dat niet te stoppen is. Vaak bezitten we weinig kennis van wat deze systemen werkelijk doen en dit maakt het beheersen moeilijk als er iets fout gaat.

Als er iets fout gaat leveren deze autonome systemen problemen op. Zo kopten de kranten in 2012: "Dol algoritme' kost Knight 440 miljoen dollar."<sup>57</sup> De software van het bedrijf koopt en verkoopt aandelen op de beurs, maar door een software fout werden overgewaardeerde aandelen met verlies verkocht. Nieuwe software van het bedrijf zou het probleem veroorzaakt hebben. Dit is niet de eerste keer dat zeer complexe

---

<sup>54</sup> Rooyakkers, L. ea (2012) p.225

<sup>55</sup> Keynes, J.M. (1930)

<sup>56</sup> Brynjolfsson, E., & McAfee, Andrew. (2014) p.209

<sup>57</sup> Meester, S. de (2012)

beursalgoritmen op hol slaan. Het meest bekende voorbeeld is de “flashcrash” in 2010, toen op de Dow Jones in twintig minuten tijd één biljoen dollar verdween. Met een zeer groot vermoeden dat ook hier een computersysteem aan het falen was.

De helft van de aandelenhandel draait momenteel om supercomputers en algoritmes. Maar niet alleen op de beurs zijn computers zo prominent aanwezig. In veel opzichten doet kunstmatige intelligentie het beter dan mensen. Hoewel op een taakspecifiek terrein, is een kunstmatige intelligentie vaak sneller, efficiënter en goedkoper. Deze technologie op het gebied van kunstmatige intelligentie neemt in kracht en snelheid exponentieel toe. Dit betekent dat hoe complexer de systemen worden, hoe groter het verlies van controle is.

### **2.1.1 Controle over een superintelligentie**

De ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie lijken exponentieel te groeien, zoals eerder beschreven. Het is denkbaar dat er een kunstmatige intelligentie ontwikkeld wordt die in het geheel het niveau van de menselijke intelligentie evenaart. De algemene kunstmatige intelligentie. Hoewel er grote technische uitdagingen zijn is het denkbaar dat er een moment komt waarop algemene kunstmatige intelligentie efficiënt aan de eigen vooruitgang zal gaan werken. Op dat moment zou er een intelligentie explosie kunnen ontstaan. Het resultaat van deze intelligentie explosie zou worden een superintelligentie genoemd; een intelligentie die de menselijke intelligentie overstijgt.

Bij het overstijgen van onze menselijke intelligentie ontstaat het probleem dat deze superintelligentie niet meer begrepen kan worden. Vergelijk dit met de aap die een mens probeert te begrijpen. De aap heeft simpelweg de intelligente capaciteiten niet om de menselijke intelligentie te begrijpen.

Het is het onzeker wat er zal gebeuren als deze superintelligentie ontstaat. De angst bestaat dat deze superintelligentie de wereld over zal nemen. Nick Bostrom verwoordt deze angst in *Superintelligence (2014)* als volg. Volgens Bostrom zal kunstmatige intelligentie doelen hebben die conflicteren met onze doelen.<sup>58</sup> Hoewel verschillende vormen van kunstmatige intelligentie door ons geprogrammeerd worden en bepaalde

---

<sup>58</sup> Bostrom (2014) p.156

gebruiksfuncties hebben, hebben ze bepaalde sub-doelen met elkaar gemeen. Om dit te verduidelijken ontwikkelt Bostrom de zogenaamde "orthogonaliteit thesis"<sup>59</sup>. Deze stelling is als volgt te omschrijven: "Intelligentie en einddoelen zijn orthogonaal: bijna ieder niveau van intelligentie kan gecombineerd worden met bijna ieder doel."<sup>60</sup> Volgens deze stelling kunnen de doelen van kunstmatige intelligentie dus niet-antropomorfe doelen hebben.

Een voorbeeld hiervan is een kunstmatige intelligentie die het doel krijgt om Pi te berekenen. Een superintelligentie zou er alles aan doen om dit voor elkaar te krijgen, ook als het betekent dat de mensheid uitgeroeid moet worden om meer computer of rekenkracht te genereren. Dit doemscenario lijkt een terechte grond voor angst. Zelfs al zou er geen superintelligentie ontstaan is het wel iets om rekening mee te houden en voorbereid te zijn. Om te voorkomen dat mocht een kunstmatige intelligentie op het niveau van een superintelligentie komen en de wereld overnemen of de mensheid uitroeien zijn er enkele mogelijke oplossingen.

Zo komt Bostrom zelf met een mogelijke oplossing<sup>61</sup>. Sommige morele theorieën kunnen bruikbaar zijn om een vorm van controle te hebben over wat de superintelligentie gaat doen. Een zogenaamd indirect normatief doel-systeem zou hiervoor geschikt zijn, aldus Bostrom.<sup>62</sup> Een indirect normatief doel-systeem is een doel systeem geprogrammeerd om de totale normen en waarden van de mensheid te leren. Het systeem is indirect omdat de superintelligentie zelf moet berekenen wat het juiste is om te doen, afgeleid uit de manier waarop mensen keuzes maken. Dit in tegenstelling tot een direct systeem, wanneer waarden en normen in het systeem door mensen direct in de kunstmatige intelligentie geplaatst zouden worden. Bij het direct plaatsen van waarden en normen in een superintelligentie zou bijvoorbeeld de waarde "maak mensen gelukkig" geplaatst kunnen worden. Maar een superintelligentie zou hier, net als bij het berekenen van het getal Pi, een doel op zich van maken en naar de totaliteit van het geluk van mensen gaan kijken. Met het gevolg dat een superintelligentie bijvoorbeeld één persoon zou doden, terwijl wij mensen die keuze nooit zouden maken, maar de superintelligentie zou die keuze maken omdat het in het 'geluk van de rest van de mensen' beter uit zou komen.

---

<sup>59</sup> Bostrom (2014) p.151

<sup>60</sup> Bostrom (2014) p.154

<sup>61</sup> Bostrom (2014) p.196

<sup>62</sup> Bostrom (2014) p.200

Een manier om een dergelijk indirect normatief model te maken beschrijft Nate Soares in *The value learning problem*. Volgens Soares moet kunstmatige intelligentie voorzien worden van een programma dat steeds weer extrapoleert wat de mensheid wil zijn.<sup>63</sup> Stel een superintelligentie voor die de opdracht krijgt om 'kanker te genezen'. De superintelligentie kan dit doen door bijvoorbeeld middelen te stelen en proefpersonen te stelen. Het beoogde doel van de superintelligentie kan zijn 'genees kanker zonder iets slechts te doen' maar een dergelijk doel is afhankelijk van de culturele, menselijke context en gedeelde menselijke kennis.<sup>64</sup> Een mogelijke manier om dit te doen, is volgens Soares om algoritmen te ontwerpen die de mogelijkheid tot observeren ontwikkelen in een bepaald wereldmodel, en dan kan leren om de resultaten te classificeren. Echter daar is wel een beter begrip van wereldmodellen voor nodig.

Een andere mogelijke oplossing om de negatieve gevolgen van een superintelligentie te voorkomen komt van Steve Omohundro in *Autonomous technology and the greater human good* (2014). Volgens Omohundro moet de rekenkracht van een superintelligentie voorzien worden van natuurkundige limieten.<sup>65</sup> Omohundro zijn zorg gaat voornamelijk uit naar autonome kunstmatige intelligentie systemen die al aanwezig zijn, en van hieruit beredeneert hij dat het nodig is om elk simpel autonome kunstmatige intelligentie eerst veilig te maken door hier menselijke waarden aan mee te geven en limieten aan te stellen.<sup>66</sup> Door deze gelimiteerde autonome systemen te koppelen ontstaat volgens Omohundro een veilig totaalsysteem.

Hoe dan ook, of de superintelligentie zal ontstaan of niet, is het niet zo dat we nooit echt de controle hebben gehad over de wereld om ons heen? We willen graag geloven dat al ons handelen effect heeft op de wereld, maar dit is een typisch westers, rationeel mensbeeld. Het beeld dat we alles naar onze hand kunnen zetten. Het streven naar autonomie ligt hier aan ten grondslag.<sup>67</sup> Dit mensbeeld is typisch voor de verlichting, waarin gedacht wordt dat alles in de natuur aan wetmatigheden onderworpen is. Met de rationaliteit wordt het gevoel gecreëerd steeds meer controle over onze omgeving te hebben, maar deze controle hebben we nooit echt gehad.

---

<sup>63</sup> Soares, N. (2015)

<sup>64</sup> Soares, N. (2014) p.9

<sup>65</sup> Omohundro, S. (2014) p.309

<sup>66</sup> Omohundro, S. (2014) p.313

<sup>67</sup> Mul, J. ea (2001) p.17

## 2.2 Angst voor vervreemding

We worden omringd door verschillende vormen van steeds complexer wordende kunstmatige intelligentie. Deze kunstmatige intelligentie vormt als het ware een barrière tussen ons en de echte wereld. De angst bestaat dat technologie een vervreemdende werking van de mens ten opzichte van de wereld om hem heen. Dat techniek een vervreemdende werking zou hebben is al terug te vinden bij Karl Marx. Ik zal dan ook beginnen met het uiteenzetten van het begrip vervreemding aan de hand van Marx zijn filosofie. Vervolgens zal ik de hedendaagse angst voor vervreemding door kunstmatige intelligentie bespreken. Zo zal duidelijk worden dat deze angst de complexe relatie tussen technologie en mens weerspiegelt. Of deze angst gegrond is, zal ik bespreken aan de hand van het essay *Beyond interaction: a short introduction to mediation theory* geschreven door Peter-Paul Verbeek.

### 2.2.1 Vervreemding bij Marx

Om de vervreemdende werking van technologie op de mens verder te onderzoeken zal ik eerst het begrip vervreemding uitleggen. Het begrip vervreemding is terug te vinden bij Karl Marx. In *Economic and Philosophic Manuscripts (1844)*<sup>68</sup> zet Marx vervreemding uiteen als het gescheiden zijn van dingen die van nature bij elkaar horen. Derhalve stelt Marx dat de mens een natuurlijk wezen is, dat verschilt van dieren omdat het een bewust natuurwezen is. Door de natuur naar onze hand te zetten, wordt er gewerkt voor meer dan een bestaansminimum in de vorm van bijvoorbeeld voedsel voor onszelf. Hiermee vervullen we dus niet alleen onze dierlijke behoeftes, maar ontplooiën wij ons als creatief wezen in bijvoorbeeld wetenschap, kunst en muziek. Dit maakt de mens volgens Marx een universeel wezen; hij produceert meer dan de directe behoeften.<sup>69</sup>

Voor Marx was het de kapitalistische samenleving die er voor zorgde dat de arbeider uiteindelijke vervreemd raakt. De arbeider produceert voor de kapitalist. Hiermee heeft de arbeider geen eigendom of voldoening voor het product dat

---

<sup>68</sup> Marx, K. (1844)

<sup>69</sup> Marx, K. (1844)

geproduceerd wordt. Vaak is er zelfs geen relatie met het eindproduct; de arbeider is slechts een radar in het grote geheel en afhankelijk van de kapitalist. Hierdoor raakt de arbeider volgens Marx vervreemd.<sup>70</sup>

Een duidelijke uitleg over vervreemding is te vinden in *Marx's Theory of Alienation* beschreven door Gajo Petrovic. Volgens Petrovic is de essentie van zelfvervreemding voor Marx dat men zich tegelijkertijd iets van zichzelf vervreemdt als zichzelf van iets.<sup>71</sup> Daarbij raakt de mens zowel vervreemd van het arbeidsproduct, het arbeidsproces, van het menselijke wezen en van mensen om zich heen. En hiermee vervreemdt de mens uiteindelijk van zijn menselijke essentie.

Naast de vervreemdende werking van arbeid en zelfvervreemding is er volgens Marx is er ook sprake van een vervreemdende werking van techniek. Amy Wendling bespreekt deze vervreemdende werking die techniek volgens Marx zou hebben. Zo schrijft ze: "Alienation, Marx claimed, is made worse by the entrance of machines into production. Because machines automatically perform all the interesting parts of the work, they render the proletarian's activity dull and repetitive."<sup>72</sup> Voor Marx betekende techniek dus industrialisatie en vervreemding. Echter is er ook een andere kant waarin Wendling benadrukt dat: "On the other hand, Marx supports the scientific and technological revolution in the means of production that is expressed in machine usage. In this revolution, Marx sees the opportunity for machines to fulfill their promise to liberate human beings from drudgery, to shorten labor time and intensity, and to leave more time for self-cultivation, that is, to overcome or eliminate alienation."<sup>73</sup>

Aan de ene kant beschrijft Marx dus de vervreemdende werking van de techniek als repeterend werk dat overblijft, maar aan de andere kant voeren machines onze taken sneller, efficiënter en goedkoper uit, waardoor er meer tijd komt voor zelfontplooiing en daarmee juist vervreemding wordt tegengegaan.

---

<sup>70</sup> Seeman, M. (1959)

<sup>71</sup> Petrovic, G. (1963) p.421

<sup>72</sup> Wendling, A. (2009) p.2

<sup>73</sup> Wendling, A. (2009) p.174

### **2.2.2 Hedendaagse vervreemding**

Tegenwoordig zijn er meerdere vormen van vervreemding door techniek op het gebied van kunstmatige intelligentie te ontdekken. Een voorbeeld van vervreemding door kunstmatige intelligentie is de vervreemding van de wereld om ons heen. We staan niet meer in contact met de natuur. Zo zijn boeren de koeien niet meer met de hand aan het melken, maar hebben robots en andere vormen van kunstmatige intelligentie de taken van het voeren en melken al grotendeels overgenomen. Ook hier is de rol van de boer nog voornamelijk procesbeheersing geworden in plaats van arbeid die direct in contact staat met het product. Een ander voorbeeld van vervreemding door kunstmatige intelligentie is vervreemding van mensen om ons heen. Een voorbeeld hiervan is de komst van robots. De robot neemt een menselijke plaats over en er is in dat geval dus geen communicatie meer tussen mensen maar tussen een mens en een machine. Een andere vorm van vervreemding tussen mensen is ontstaan door de grootschalige inzet van nieuwe communicatievormen en informatiedragers, waar onder het internet. Hierdoor is onze vorm van communicatie fundamenteel veranderd. Communicatie via internet, of programma's zoals Whatsapp zijn als het ware een tussenkomst geworden tussen mens en de echte wereld. Er is een zogenaamde virtualisering van de wereld ontstaan.

### **2.2.3 Is de angst voor vervreemding terecht?**

Volgens Peter-Paul Verbeek in *Beyond interaction: a short introduction to mediation theory* is er geen sprake van vervreemding. Volgens Verbeek berust deze angst op een instrumentalistische kijk op techniek. Volgens Verbeek wordt de technologie vaak gekarakteriseerd in termen van functie en gebruik. Producten, dus ook kunstmatige intelligentie, worden immers ontwikkeld met een doel; het doel is om deze producten in gebruik te nemen. De interactie die mogelijk is met het product wordt dus ook vaak aangeduid in termen van gebruik. Volgens Verbeek wordt techniek hiermee doorgaans beschouwd als object en de mens als subject. Nu de controle verloren is over de techniek achter de kunstmatige intelligentie, ontstaat de wil om de grens tussen techniek en mens scherp te trekken. Volgens Verbeek is het echter niet mogelijk om deze grens te trekken.

Het is volgens Verbeek namelijk niet mogelijk om bij high-tech producten te spreken in termen van gebruik. Al eeuwen maakt de mens gebruik van techniek. Zo kan het schrift gezien worden als een deel van ons geheugen, en een pacemaker als een veelgebruikt hulpmiddel ter ondersteuning van onze hartspier. Deze technieken worden gebruikt, maar beter is te spreken van een immersie of samensmelting van mens en techniek.

Er is dus volgens Verbeek geen sprake van vervreemding van de technologie, maar mens en technologie smelten samen.<sup>74</sup> De technologie heeft het menselijk bestaan doordrongen. Nergens in ons dagelijks leven zijn we meer vrij van techniek; technologie moet eerder als een medium begrepen worden.

Op deze manier bekeken lijkt de angst voor vervreemding door ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie niet terecht. Door de techniek niet langer tegenover de mens te plaatsen, maar de techniek als onderdeel van ons bestaan te zien, maakt de techniek ons tot wie we zijn.

---

<sup>74</sup> Verbeek, P.P. (2015) p.31

### 3 Conclusie

De angst voor technologische ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie weerspiegelt de complexe relatie tussen mens en technologie. In dit essay heb ik aan de hand van drie verschillende angsten voor ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie gekeken of deze angst te rechtvaardigen is.

De eerste angst die ik besproken heb is de angst voor toenemende werkeloosheid. Kunstmatige intelligentie neemt al in grote mate menselijke taken over. Er zijn robots in de productie, software op het internet, in onze telefoons, auto's en vele andere automatiseringsprocessen. Daar komt bij dat het tempo van de automatisering en daarmee de overname van menselijke taken steeds verder toeneemt. De technologische groei lijkt exponentieel te verlopen.<sup>75</sup> De angst dat kunstmatige intelligentie echter *alle* banen over zal nemen lijkt te berusten op een denkfout. Aan de grond van deze denkfout ligt de "Lump of Labor Fallacy".<sup>76</sup> Deze denkfout berust op het idee dat er een vaste hoeveelheid werk in de economie zou zitten, terwijl in werkelijkheid de arbeidsvraag responsief is: de hoeveelheid werk kan zowel toe als afnemen. Door kunstmatige intelligentie niet alleen als vervanging van menselijke taken te beschouwen, maar ook als aanvulling, zal de arbeidsvraag juist toenemen en de welvaart groeien.<sup>77</sup>

Het lijkt hoe dan ook zinnig om maatregelen te nemen om de veranderingen die met de komst van kunstmatige intelligentie komen op te vangen. Wat betreft de angst voor toenemende werkeloosheid is het op korte termijn goed denkbaar dat er meer werkeloosheid zal ontstaan<sup>78</sup> en daarom zullen er nieuwe vaardigheden aangeleerd moeten worden om in te spelen op de veranderingen op de arbeidsmarkt.<sup>79</sup> Zo zou er gedacht kunnen worden aan (bij)scholing om in te spelen op de veranderingen op de arbeidsmarkt.

De tweede angst die ik heb besproken is de angst voor het verlies van controle. In deze tijd waarin we alles onder controle lijken te willen hebben zijn de snelle ontwikkelingen

---

<sup>75</sup> Brynjolfsson, E., & McAfee, Andrew. (2014). P.48

<sup>76</sup> Black, J., Hashimzade, N., & Myles, G. (2012)

<sup>77</sup> Michaels, Guy. (2015)

<sup>78</sup> Frey en Osborne (2013) p.44

<sup>79</sup> Rooyakkers, L. ea (2012) p.225

op het gebied van kunstmatige intelligentie een punt van zorg. De systemen die systemen beheren zonder menselijke tussenkomst zijn hier een voorbeeld van. Vaak bezitten we weinig kennis van wat deze autonome systemen werkelijk doen en dit maakt het beheersen moeilijk als er iets fout gaat.

In het bijzonder heb ik de angst voor het verlies van controle over een superintelligentie besproken. Een superintelligentie is een vorm van kunstmatige intelligentie die de menselijke intelligentie overstijgt. Op het moment dat superintelligentie doelen vormt die conflicteren met onze doelen, kan superintelligentie een bedreiging gaan vormen, aldus Nick Bostrom.<sup>80</sup> Om weerstand te bieden aan deze gevaren heb ik enkele oplossingen besproken, waar onder het indirect normatief doel-systeem, waarin een kunstmatige intelligentie extrapoleert wat de mens zou willen.

De derde angst die ik heb besproken is de angst voor vervreemding. Hoewel deze angst niet blijkt uit recent debat is het naar mijn idee wel een manier om te kijken naar de relatie tussen mens en technologie, en hiermee anders om te gaan met de technologische angst. Kunstmatige intelligentie wordt vaak gezien als barrière tussen de mens en de echte wereld: hier gaat een vervreemdende werking van uit. Door het gebruik van kunstmatige intelligentie ontstaat de angst dat we het contact met de echte wereld om ons heen verliezen. Dat deze angst niet terecht is heb ik betoogt aan de hand van het essay van Pieter Paul Verbeek<sup>81</sup>, die ons probeert te overtuigen de technologie niet langer als instrument maar als medium te beschouwen.

Door kunstmatige intelligentie als medium te beschouwen wordt het duidelijk dat kunstmatige intelligentie het menselijke bestaan al lang doordrongen heeft. Door kunstmatige intelligentie niet langer tegenover ons te plaatsen; niet langer als 'het object' tegenover ons 'het subject' te plaatsen, ontstaat een inzicht waarmee de toekomst naar mijn idee met minder angst tegemoet getreden kan worden. De samensmelting van mens en techniek is onmiskenbaar aanwezig en zal alleen nog maar verder toenemen. Kunstmatige intelligentie is al deel van ons en door ermee samen te werken zal dit ons ten goede komen. Dus vrees niet, voor wie kunstmatige intelligentie omarmd, zal een vriend rijker zijn.

---

<sup>80</sup> Bostrom (2014) p.156

<sup>81</sup> Verbeek, P.P. (2015)

# Bibliografie

- Asscher, Lodewijk (2014). "Effect van technologische ontwikkelingen op de arbeidsmarkt" Kamerbrief 19 december 2014
- Berman, E., Bound, J., & Machin, S. (1998). "Implications of skill-biased technological change: International evidence." *Q J ECON*, 113 (4) 1245 - 1279.
- Bijlsma, J. (2013) "4 robots die verpleegkundigen gaan vervangen". *Intermediair*, 31 juli 2013.
- Black, J., Hashimzade, N., & Myles, G. (2012). Lump of labour fallacy. *A Dictionary of Economics*, A Dictionary of Economics.
- Bostrom, Nick. (2014) "Superintelligentie: Kansen, gevaren, strategieën." *De Wereld*.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, Andrew. (2014). "The second machine age : Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologie" New York, NY: W.W. Norton & Company.
- Cellan-Jones, Rory. (2014) "Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind." *BBC News*
- Chalmers, David. (2012) "The Singularity: A Reply to Commentators." *Journal of Consciousness Studies* 19:141-67
- Est, Rinie van & Kool, Linda (2015). "Werken aan de robotsamenleving" Rathenau Instituut. Den Haag.
- Frey, Carl Benedikt, and Michael A. Osborne. "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation." Retrieved September 7 (2013): 2013.
- Graetz, G, and G Michaels (2015), "Robots at Work", CEPR Discussion Paper 10477, March.
- Hedberg, S. (2002). DART: Revolutionizing logistics planning. *Intelligent Systems, IEEE*, 17(3), 81-83.
- Heijden, M. van der (2014) "Een machine met enkel kille drijfveren" *NRC*, 22 november 2014
- Keulemans, M. (2015) "Kan de mens worden uitgeroeid door machines?" *Volkskrant*, 8 mei 2015
- Keynes, John Maynard. (1931) "Economic Possibilities for our Grandchildren." *Essays in Persuasion*. London: Macmillan.

- Koning, Petra de & Noort, Wouter van. (2015) "Het gaat sneller dan we denken" NRC Next, 18 juni 2015
- Kurzweil, Ray. (2011) "De singulariteit is nabij". De Wereld.
- Marx, K., (1844) "Parijse Manuscripten". Parijs: L.J.C. Boucher.
- Meester, S. de (2012) "'Dol algoritme' kost Knight 440 miljoen dollar". De Tijd.
- Michaels, Guy. (2015). "Robots at Work". CEPR Discussion Paper No. DP10477
- Mithen, S., & Boyer, P. (1996). "Anthropomorphism and the Evolution of Cognition." *The Journal of the Royal Anthropological Institute*, 2(4), 717-721.
- Moore, G.E. (1965) "Cramming more components onto integrated circuits." *Electronics* 38, 8 56-59.
- Mul, J., Müller, E., & Nusselder, A. (2001). "ICT de baas? : Informatietechnologie en menselijke autonomie" *Internet & openbaar bestuur*. S.l.: S.n.
- Murnane, Richard J. (2001). "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration." 8337.
- Newell, Allen, Shaw, J. C. en Simon, Herbert A. (1959) "Report on a General Problem-Solving Program: Proceedings of the International Conference on Information Processing." *Information Processing*, 256-64. Paris: UNESCO.
- Nilsson, Nils J. (2009) "The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements." New York: Cambridge University Press.
- Omohundro, S. (2014) "Autonomous technology and the greater human good." *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 26(3), 303-315.
- Petrović, G. (1963). "Marx's Theory of Alienation." *Philosophy and Phenomenological Research*, 23(3), 419-426.
- Pinker, S. (1998) "How the mind works." London: Allen Lane The Penguin Press.
- Resing, W. & Drenth, P. (2007) "Intelligentie" Nieuwezijds B.V.
- Royakkers, L. ea (2012) "Overall Robots." Boom Lemma Uitgevers. Den Haag.
- Russell, Stuart. Dewey, Daniel & Tegmark, Max (2015) "Research priorities for robust and beneficial artificial intelligence" <http://futureoflife.org>
- Salomons, Anna, Goos, Maarten, Manning, Allan. (2014) "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring" *American Economic Review* 2014, 104(8): 2509-2526

- Schattorie, J. (2014) "De impact van automatisering op de Nederlandse Arbeidsmarkt, een gedegen verkenning op basis van Data Analytics." Deloitte.
- Seeman M. (1959) "On the meaning of alienation." *Amer. Sociol. Rev.* 24:783-91
- Soares, Nate(2015) The value learning problem. Technical Report 2015. Berkeley, CA: Machine Intelligence Research Institute.
- Soares, Nate, and Benja Fallenstein (2014) Aligning Superintelligence with Human Interests: A Technical Research Agenda. Tech. rep. Machine Intelligence Research Institute.
- Tinbergen, Jan (1974), "Substitution of graduate by other labor", *Kyklos* 27: 21-226.
- Tressel, Thierry. (2004). "Boosting productivity via innovation and adoption of new technologies: Any role for labor market institutions?" 3273.
- Urmson, Chris (2014) "Just Press Go: designing a self-driving vehicle" Google.com, 27 mei 2014
- Vardi, Moshe Y. (2012) "Artificial Intelligence: Past and Future." *Communications of the ACM* 55 (1):55
- Veen, G. van der (2010) "Terugblikken, een eeuw in statistieken." CBS. Den Haag.
- Veen, G. van der (2012) "Welvaart in Nederland." CBS. Den Haag.
- Verbeek, Peter-Paul. (2015). "Beyond interaction: A short introduction to mediation theory." *Interactions*, 22(3), 26-31.
- Vinge, Vernor (1993). "The coming technological singularity: How to survive in the post-human era." NASA. Lewis Research Center, *Vision 21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace*, 11-22.
- Ter Weel, Bas. (2004). What happens when agent T gets a computer?: The labor market impact of cost efficient computer adoption. 15.
- Wechsler, D. (1944). "The measurement of adult intelligence ." Baltimore: Williams & Wilkins.
- Wendling, Amy E. (2009) "Karl Marx on technology and alienation" Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan, 252 blzn.
- Wohlen, Marcus. (2014) "Google's grand plan to make your brain irrelevant." *Wired* 2014